

# le cylindre "désaxé"

permet : une bielle plus courte  
un temps moteur prolongé

DEPUIS quelques temps, les moteurs « asymétriques » font leur réapparition dans la construction motocycliste et automobile. Aussi, nombreux sont nos confrères de la presse spécialisée qui leur réservent d'importants articles plus ou moins bien documentés (dont celui, de G. Caraffi, de notre confrère italien « La Moto »). Aussi, puisque la question semble d'actualité, nous avons tenu, nous aussi, à amener notre contribution.

L'asymétrie dont il est question ici touche à deux points :  
— cylindres désaxés, c'est-à-dire cylindre dont l'axe

géométrique ne coupe pas la ligne d'arbre du vilebrequin.  
— piston désaxé, c'est-à-dire piston dont l'axe de montage ne coupe pas l'axe géométrique longitudinal.

Dans ce premier article, nous ne traiterons que des « cylindres désaxés », remettant à un autre article le problème des « pistons désaxés ».

Signalons de suite que les nombreux schémas illustrant cette article ne sont que des schémas. Et afin de les rendre plus explicites, plus « causants », nous avons volontairement exagéré les désaxements du cylindre.

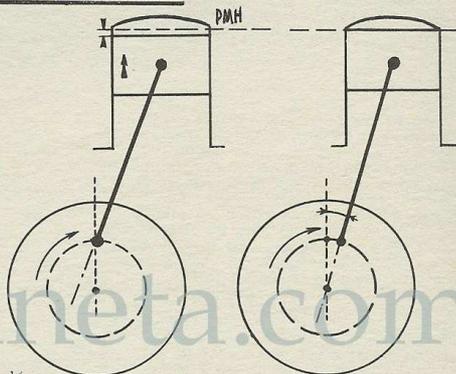
Le cylindre « désaxé » n'est pas une découverte récente de la technique du moteur. Mais elle reçoit, aujourd'hui, une nouvelle actualité, en 2 temps comme en 4 temps, en raison de la tendance vers des moteurs « carrés » et « super-carrés » à bielles courtes.

Que veut dire « désaxement du cylindre » ?

Normalement, l'axe géométrique d'un cylindre est concourant avec l'axe géométrique du vilebrequin. Ces deux axes fictifs, se rencontrent donc.

Un cylindre désaxé est un cylindre que l'on a déplacé, en avant, dans un plan perpendiculaire à l'axe géométrique du vilebrequin (en avant signifie, ici, dans le sens de la rotation du maneton quand celui-ci est aux alentours du point mort haut). Ce déplacement est toujours rela-

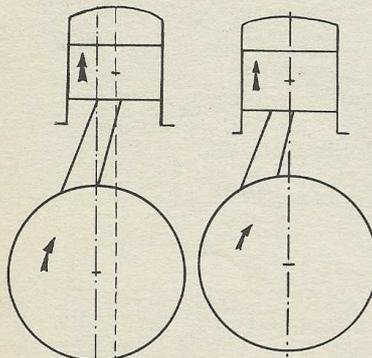
La cylindre étant désaxé « en avant », le maneton atteint son point haut (à gauche) avant que le piston ne soit au P.M.H. Quand le piston est à son point mort haut (à droite), la bielle est alignée avec le rayon joignant l'axe de tête de bielle et l'axe du vilebrequin.



Des points morts décalés

Quand le cylindre est désaxé dans le sens indiqué ci-dessus, le point mort haut (ou bas) du piston ne correspond pas au point mort haut (ou bas) du maneton, il lui succède : quand ce dernier atteint son point mort haut (ou bas), le piston, lui, n'y est pas encore ; il n'y sera qu'un peu plus tard, quand la bielle sera exactement dans le prolongement du rayon joignant l'axe du vilebrequin à celui du maneton.

En fait, avec les désaxements utilisés dans la technique motocycliste, ces décalages sont faibles. Ainsi, sur les 125 et 250 Peugeot (course 60 mm, longueur de bielle : 120 mm — désaxement de 5 mm), le piston est à son point mort haut quand le maneton a dépassé le sien de 1°54'. Pour le point mort bas, le décalage est un peu plus important : 5°11'. (Pour un désaxement plus important, les décalages le seraient également. Si, dans le cas de la Peugeot, le cylindre était désaxé de 45 mm au lieu de 5, le point mort haut serait obtenu avec un décalage de 17°30' et le point mort bas de 30°.)

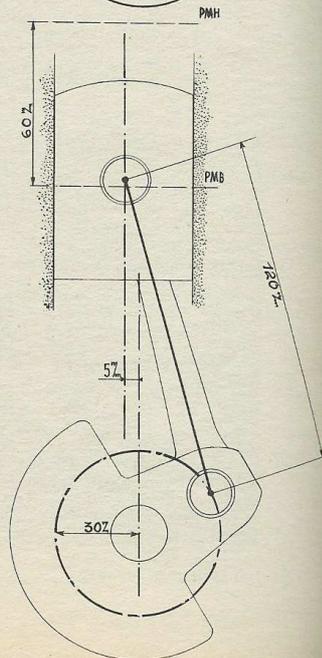


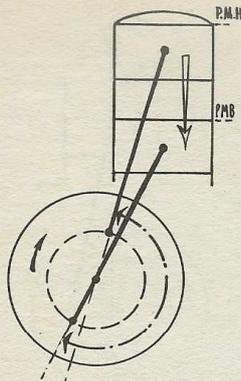
A gauche, cylindre « désaxé » dans le sens positif, en « avant », comparé à un cylindre classique.

ivement limité ; il est, par exemple, de 3 mm dans le cas de la 175 Myma, de 5 mm dans celui des 125 et 250 Peugeot.

Ainsi quand le cylindre est « désaxé », son axe géométrique n'est plus concourant avec l'axe géométrique du vilebrequin ; ces deux axes ne se coupent pas.

A droite, comment se présente le cylindre désaxé des 125 et 250 Peugeot.



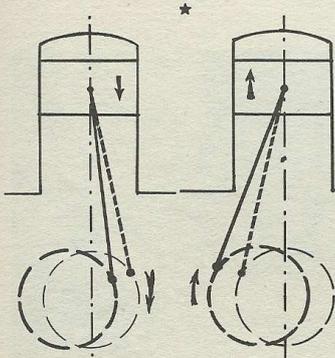


Quand le cylindre est désaxé « en avant », la descente du piston du PMH au PMB fait tourner le moteur de plus d'un 1/2 tour.

Ces chiffres, d'ailleurs, nous font remarquer un autre phénomène. Le décalage entre les points morts bas du vilebrequin et du piston est plus important que le décalage des points morts hauts. Cela signifie donc que, pour un régime donné du moteur, le piston met un temps plus long pour descendre que pour monter, ce qui, dans un 4 temps, prolongerait le temps d'admission et le temps moteur. Mais, encore une fois, ces écarts ne seraient vraiment sensibles que pour un fort désaxement du cylindre; en fait, ils sont plus réduits puisque, pour notre Peugeot, la descente du piston demande 181° 17' de rotation du vilebrequin, alors que la montée n'en demande que 178° 43' (évidemment, les différences seraient plus sensibles : 192° 31' pour la descente du piston et 167° 28' pour sa remontée, avec un désaxement de 45 mm).

#### L'obliquité des bielles est modifiée

Un examen des figures jointes nous montre qu'avec un cylindre désaxé, l'inclinaison de la bielle par rapport à l'axe géométrique du cylindre est modifiée, réduite lors du mouvement descendant du piston, augmentée lors du mouvement ascendant.



Dans l'absolu, les écarts ne sont pas terribles (2 à 3°); mais relativement, ils prennent une grande importance.

Voyons un peu plus précisément, toujours dans le cas de notre Peugeot :

#### Course descendante du piston :

Maneton ayant tourné de 30° depuis le point mort haut (course du piston de sensiblement 5 mm). Inclinaison de la bielle : 7° 11' dans le cas du cylindre non désaxé, 4° 47' dans le cas du cylindre désaxé. Différence d'inclinaison de 2° 24', mais 2° à comparer aux 4° et 7° de l'inclinaison totale.

Inclinaison maximum de la bielle (le maneton a tourné de 90° depuis son point mort haut) : 14° 28' dans le cas du cylindre non désaxé, 12° 01' dans le cas du cylindre désaxé. Différence d'inclinaison : 2° 27'.

Cette différence d'inclinaison demeure donc très sensiblement constante (2 degrés à 2° 1/2).

#### Course ascendante du piston.

Cette fois, avec le cylindre désaxé, l'inclinaison de la bielle est accrue, passant de 7° 11' à 9° 36' pour un maneton ayant à tourner encore de 30° avant d'atteindre son point mort haut, passant de 14° 28' à 16° 57' quand le maneton est encore à 90° de son point mort haut.

La différence d'inclinaison demeure sensiblement la même que précédemment, mais dans le sens contraire.

#### Influence de l'obliquité de la bielle

Admettons, pour un instant, afin de simplifier notre démonstration, que ce n'est pas l'expansion des gaz brûlés dans le cylindre qui fasse tourner notre moteur, mais que celui-ci soit entraîné par une source extérieure, la bougie enlevée empêchant la compression des gaz admis dans le cylindre. Ce serait, par exemple, le cas où, bougie enlevée, on appuie sur le kick.

Dans ce cas, la poussée sur le piston vient de la bielle. Si celle-ci demeurait toujours parallèle à l'axe du cylindre, nous n'aurions à vaincre, en négligeant les roulements, que la friction des segments dans le cylindre.

Mais la bielle pousse en biais (sauf aux points morts), avec une inclinaison variable selon la position du piston lors de sa course (ou, ce qui revient au même, selon l'angle de rotation du vilebrequin). Or, plus la bielle est inclinée, plus la poussée se fera en biais. En conséquence, la friction du piston sur le cylindre en sera accrue, et d'autant plus que l'inclinaison de la bielle est prononcée.

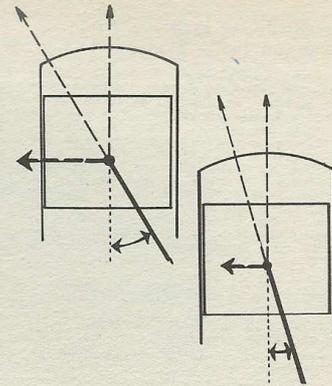
Ce qui est vrai quand le moteur est entraîné « extérieurement », l'est également quand le moteur fonctionne par ses propres moyens.

Donc tout ceci revient à dire que moins la bielle sera inclinée par rapport à l'axe du cylindre, moins importants seront les frottements, meilleur sera le rendement mécanique.

On voit donc l'intérêt que présente un cylindre désaxé, tout au moins lors de la course descendante du piston.

Reprenons notre exemple pour essayer de chiffrer, en nous plaçant à la position du maneton donnant la plus grande inclinaison de la bielle.

Quand le cylindre est désaxé « en avant », l'obliquité de la bielle est diminuée lors de la descente du piston (à gauche), mais accrue lors de sa remontée. Au piston désaxé correspond le tracé en gras du cercle décrit par le maneton.



Plus l'obliquité de la bielle est importante, plus la poussée latérale est grande (donc aussi, la friction contre le cylindre). En haut, grande obliquité; en-dessous : plus faible.

Cylindre non désaxé, la poussée latérale plaquant le piston contre le cylindre est de 25,8 % de la poussée exercée normalement sur le piston.

Si le cylindre est désaxé, cette poussée latérale tombe à 21,3 % si le piston est dans sa course descendante, mais est de 31,2 % dans le cas de la course montante.

#### On y gagne néanmoins

A première vue, la solution du cylindre désaxé ne semble guère intéressante, puisque ce que l'on gagne dans un sens, on le perd plus que largement dans l'autre.

Mais la poussée latérale du piston sur le cylindre n'est pas seulement fonction de l'inclinaison de la bielle, mais encore de la poussée exercée sur le piston. Or cette dernière est fonction de la phase de fonctionnement du moteur. Prenons le cas d'un 4-temps (le raisonnement sera le même pour le 2-temps). Lors de l'échappement ou de l'admission, la poussée sur le piston est minime; elle ne prend de l'ampleur qu'à la fin de la compression (course montante du piston) et lors de la détente (course descendante du piston-temps moteur).

Mais comme la poussée sur le piston est beaucoup plus importante lors du temps-moteur (la pression atteint 40 kg/cm<sup>2</sup>) que lors de la compression (la pression n'atteint que 15 kg/cm<sup>2</sup>), on gagnera beaucoup plus lors de la descente du piston que l'on ne perdra lors de sa montée. C'est d'ailleurs bien pourquoi le désaxement du cylindre a été choisi dans un sens déterminé, en « avant ».

Ainsi, le désaxement du cylindre permet d'améliorer le rendement mécanique du moteur (frottements moindres). En même temps, l'usure est moins prononcée, et la lubrification meilleure, le film d'huile ayant moins tendance à être « déchiré ».

Mais en fait, bien souvent, avec le désaxement du cylindre, on renonce à cet avantage au profit d'un autre : une bielle plus courte.

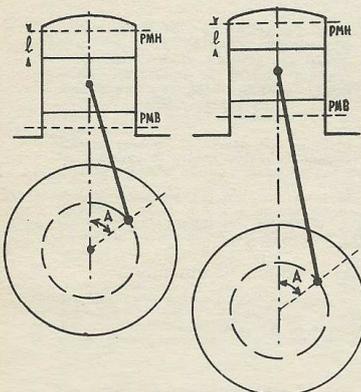
### L'oblicité de la bielle croît pour un bielle plus courte

Toutes autres choses égales (en particulier la course du piston), l'oblicité prise par la bielle est fonction de sa longueur. Plus la bielle sera courte, plus elle sera inclinée par rapport à l'axe du cylindre. Plaçons-nous, avec un moteur de 60 mm de course à cylindre non désaxé, à la position du piston donnant le maximum d'oblicité à la bielle. Si la bielle fait, de centre d'œil à centre d'œil, 120 mm de long, elle s'incline de  $14^{\circ} 28'$ . Si la bielle fait 150 mm, l'angle passe à  $11^{\circ} 32'$ , donc plus faible. Mais si la bielle est réduite à 100 mm, l'oblicité s'accroît et passe à  $17^{\circ} 27'$ .

### Avantage d'une bielle courte

Il est clair qu'une bielle courte offre de nombreux avantages.

Avant tout, la bielle est notablement plus légère, non seulement parce que



Pour un moteur de même course et pour une même position du piston par rapport à son PMH, l'oblicité de la bielle est accrue quand on réduit sa longueur (à gauche). Par contre, le moteur est plus trapu.

plus courte mais également du fait qu'étant plus courte, les moments de flexion qui lui sont appliqués sont plus réduits, ce qui permet de la réduire un peu en épaisseur et largeur.

Une bielle plus légère signifie une inertie plus faible, donc une moindre fatigue de l'embiellage, de ses roulements.

★

Une bielle plus courte rapproche d'autant le piston de l'axe géométrique du vilebrequin. Le moment d'inertie de ce piston par rapport à cet axe (moment d'inertie proportionnel au carré de la distance) est donc considérablement réduit, d'où bien moindre fatigue des différents paliers et roulements, d'où accélérations plus franches.

★

Une bielle plus courte, abaissant, par rapport au vilebrequin, les positions du point mort haut et du point mort bas du piston, permet de raccourcir d'autant le cylindre : d'où possibilité d'une machine plus basse et d'un moteur moins lourd.

### Bielle plus courte compensée par un cylindre désaxé

Mais une bielle plus courte offre l'inconvénient d'une oblicité plus grande, ainsi que nous l'avons montré.

Et c'est là que le cylindre désaxé va intervenir, puisqu'il permet de réduire l'oblicité de la bielle quand la poussée sur le piston atteint sa plus grande valeur, lors du temps moteur.

Bielle plus courte = oblicité plus grande.

Cylindre désaxé = oblicité plus faible.

Une combinaison des deux permet donc une solution moyenne, intéressante tant du point de vue réduction de l'inertie de l'embiellage que du point de vue d'une oblicité limitée.

★

Reprenons un exemple, celui d'un moteur de 60 mm de course. Acceptons une oblicité maximum de la bielle de  $12^{\circ}$  lors de la course descendante du piston.

Cylindre non désaxé, la bielle devra avoir une longueur (entre centres d'œil) de 144 mm; avec le cylindre désaxé de 5 mm, cette longueur est réduite à 120 mm. D'où un gain de longueur de 16,66 %, un gain de poids équivalent, sinon supérieur.

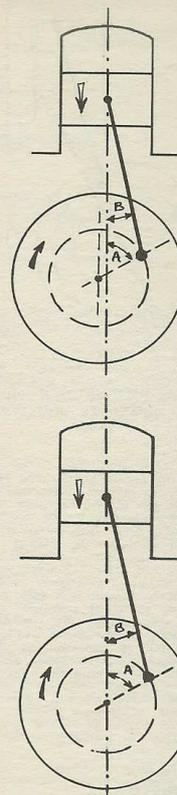
Quant au moment d'inertie de la bielle et du piston par rapport à l'axe géométrique du vilebrequin (moment d'inertie proportionnel au carré de la distance), il est réduit dans une proportion encore bien plus importante, le piston, par exemple, étant rapproché de 24 mm de cette axe. Ainsi, au point mort haut, le moment d'inertie de ce piston par rapport à cet axe est réduit de plus de 25 %, et de près de 33 % au point mort bas.

Enfin, un cylindre désaxé permet de réduire les claquements du piston (et le déchirement du film d'huile qui peut en résulter), chapitre que nous examinerons plus loin, avec les pistons décentrés.

★

On voit donc bien ici l'intérêt que présente un raccourcissement important de la longueur de la bielle, quand ce raccourcissement ne se solde pas par une exagération de l'oblicité de la bielle (ce que l'on obtient par un désaxement du cylindre).

J. B.



En désaxant le cylindre vers l'avant, on compense l'effet du raccourcissement de la bielle sur son oblicité, tout au moins lors de la course descendante du piston.

Un autre moteur à cylindre désaxé, celui des Myma espagnoles.

